

题,当前有很多企业对热处理的工艺方式都做了明确的规定,只能采取渗碳淬火工艺,这就极大地制约了感应热处理设备替代渗碳工艺的步伐。

(3) 技术及资金的支持,感应热处理装备是一个复杂的系统工程,尤其是在热处理工艺指标要求较高的领域,高端技术人才和资金欠缺也是当前制约感应热处理设备向高端、智能化方向发展的因素。需要国家在资金投入和人才培养、引进方面加大力度,以加快感应淬火工艺替代传

统渗碳淬火工艺的进程。

(4) 需要用户多探索感应淬火工艺替代传统渗碳工艺的应用,逐步或部分取代传统工艺。同时,希望国内钢铁企业多开发用于感应淬火取代渗碳淬火的新材料。

结语

节省能源、保护资源和环境是我们永恒的目标。感应热处理设备智能化、集成化是我们努力的方向。“绿色、节能、环保”对于制造业而言,不仅仅是责

任,更需要我们所有人的努力,而降低能耗是热处理行业发展和提高竞争优势的双赢手段。

十堰恒进科技研发制造的智能化感应热处理装备,不断投放市场并取代了部分渗碳热处理工艺,通过公司近年来对高新技术的开发和应用将能更好地节约能源和更好地保护我们的生态环境,真正实现“绿色生产”,为用户创造更大的价值,为民族的装备制造业发展贡献自己的一份力量。



用感应淬火取代渗碳渗氮是节能环保的重要进步

杨帆, 上海恒精机电设备有限公司工艺主管

感应淬火技术自发明以来,由于其生产过程节能环保、生产成本较低等优点,深受到热处理工程师的青睐。不断地用其取代传统的热处理工艺,例如调质、渗碳、渗氮等。在取代以渗碳为代表的化学热处理方面尤其效益明显。之所以如此,因渗碳等化学热处理工艺均为表面强化技术,工艺成本昂贵。感应淬火感应也是表面强化技术,而工艺成本低廉。现代感应热处理工程师的重要任务,仍然是做“取代”工作。表1是高(中)频感应淬

火与渗碳等化学热处理工艺的能耗比较。

大(中)模数齿轮、汽车转向球头销等零件传统热处理工艺是渗碳,现在已经被高(中)频感应淬火取代了。各种柴油机的曲轴、传统热处理工艺是调质后再氮化,现在大多数曲轴采用中频感应淬火了。汽车玻璃升降器齿板以及座椅齿板传统工艺是碳氮共渗(氰化),现在已被高频感应淬火取代了。所有这些“取代”都取得了良好的经济效益和社会效益。

用感应淬火取代渗碳

大(中)模数的齿轮历来的热处理工艺是渗碳。渗碳的工艺时间长,生产效率低,费用昂贵,生产环境恶劣,故渗碳是热处理工程师极想改进、取代的工艺。

恒精公司开发了大(中)模数的齿轮感应淬火技术。图1是大型风电轴承圈齿轮(M20)的淬火层分布照片,该齿轮的材料为42CrMo,齿底淬火层2.5~3.5mm,齿面

淬火层3.5~4.5mm，齿面硬度56~60HRC，完好地取代了渗碳。图2是中型模数齿轮（M6），材料40Cr，毛坯调质，齿部高频感应淬火，淬火一只齿轮只用几分钟的时间，加工成本低廉，性能满足要求。

载重汽车的转向拉杆球头销和上下臂控制球头销，其传统材料是20CrMnTi，热处理工艺是渗碳淬火，仅球部局部淬硬，使其具有很高的耐磨性。而颈部要有良好的塑性和韧性，以增加球头销的安全性；M22螺纹在渗碳淬火后具有良好的可加工性。故颈部和螺纹部分不能渗碳，要进行镀铜保护，或涂防渗碳剂处理，致使工艺十分复杂，先后有8道工序，生产成本很高，感应淬火可以局部淬火。本文另一作者林信智在20世纪60年代末期开始了45钢球头销感应淬火工艺及零件性能研究，并获得良好力学性能（见表2），球头销感应淬火工艺方法在70年代正式用于生产。这一工艺进步成了国内行业的典范。目前国内生产的各种球头销几乎全部采用感应淬火工艺，仅恒精公司开发的感应淬火球头销在十种以上。

球头销用感应淬火替代渗碳淬火，具有巨大的经济效益，按当时价格计算，解放牌中型载重车的球头销，仅材料成本和工艺成本，每辆车下降6.0元左右。

恒精公司开发了球头销感应淬火技术，图3为球头销淬火层照片。

载重汽车转向螺杆，目前国内基本采用20CrMnTi材料，渗碳淬火。近期恒精公司开发成功

全自动化的转向螺杆感应淬火技术，并向某外企供货。图4为转向螺杆感应淬火层的分布照片。



图1 M20齿轮的淬火层分布



图2 M6齿轮的淬火层



图3 球头销感应淬火层照片

用感应淬火取代氮化

曲轴材料一般是用中碳合金



图4 转向螺杆感应淬火层分布

表1 高、中频淬火与传统热处理工艺能耗比较

工序名称	每吨零件能耗/kW·h			
	最高	最低	平均	能耗比率
高频感应淬火	339	267	327	1.22
中频感应淬火	379	124	268	1
气体渗碳淬火	1958	755	1324	4.95
气体碳氮共渗（氰化）	1705	555	1078	4.02
气体渗氮	1540	451	993	3.7

表2 球头销中频淬火和渗碳淬火的多次冲击性能比较

材料与工艺	在以下能量的多次冲击次数/次					断裂位置
	21.37J	25.3J	27.9J	31.9J	36.4J	
45钢中频感应淬火	48619	32575	20962	15360	9365	柄部淬火过渡区
20GrMnTi球部渗碳淬火	14101	11841	9683	—	6135	柄部变形

钢或中碳钢，原始的热处理工艺是调质，后因轴颈耐磨性差，疲劳强度低，因而又增加了氮化。但调质加氮化处理的曲轴使用寿命仍然较短、氮化时间很长、生产效率很低等，对于这些缺点人们很不满意。20世纪中期发明感应淬火后，感应淬火首先对曲轴轴颈淬火，使曲轴热处理工艺大为简化，耐磨性有所提高。后来又发明了曲轴轴颈及圆角同时感应淬火技术，使曲轴的疲劳强度达到空前的水平，曲轴寿命明显提高（见图5）。当然，由于氮化温度较低，也具有曲轴变形小等优点，所以曲轴调质加氮化的工艺现在仍有应用。轴颈及圆角同时感应淬火的曲轴变形较大，一般中间跳动1mm左右，采用合适方法回火，这种变形也是可以

消除的。

恒精公司开发成功各种曲轴圆角感应淬火技术。图6是大型载重汽车柴油机曲轴圆角淬火的照片。图7是小型通用柴油机曲轴圆角淬火的照片。

结语

用感应淬火取代渗碳等化学热处理工艺，是节能环保的重要进步，也是感应热处理工程师的

重要课题。开发先进的感应淬火工艺是“取代”成功的保证。

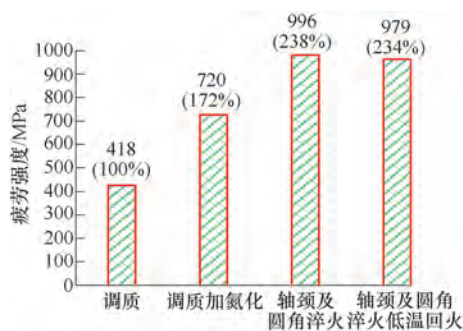


图5 三种曲轴热处理工艺对疲劳强度的影响



图6 大型载重汽车柴油机曲轴连杆轴颈圆角淬火照片



图7 小型通用柴油机曲轴圆角淬火照片

注：本文其他作者为齐靖昌、林信智。



大功率柴油机凸轮轴表面强化工艺方案

潘晓松，高级主任工艺师，高级工程师，南车戚墅堰机车有限公司工艺技术部

在服役过程中，对于一定深度范围内具有较高的耐磨性、疲劳强度和力学性能要求的钢制工件，其表面强化常选用表面感应淬火、表面渗碳淬火等热处理工艺，并对其相应部位有明确的检测要求。长期以来，对于凸轮轴等关键构件的工艺方案，由于服

役条件、性能要求、经验累积与成本控制等原因，同时涉及到材料与加工条件等特性要求，不同的设计方案往往具有不同的倾向。产品成熟期的客观限制，加之设计往往不能仅从材料性能数据进行简单判断，会使产品成品加工使用后、甚至加工过程中产

生失效，往往导致质量成本增加或失控。

以我公司4410kW280系列柴油机凸轮轴（见图1）为例，该工件旧版设计（280AB型柴油机）采用渗碳淬火方案。

该工件材质采用20Cr，技术要求为：凸轮表面C和轴颈表面